

УДК 637.23:577.115 « 321/322»

Мусій Л.Я., асистент, **Цісарик О.Й.**, д. с.-г. н., професор[©]
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З.Гжицького, м. Львів, Україна

БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ ЖИРНИХ КИСЛОТ ЛІПІДІВ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА, ВИГОТОВЛЕНОГО В ЛІТНІЙ ТА ЗИМОВИЙ ПЕРІОДИ

Метою досліджень було порівняти жирнокислотний склад ліпідів кисловершкового масла, виготовленого в літній та зимовий періоди. Для сквашування вершків використовували заквашувальні композиції *DVS* (*Chr. Hansen*, Данія) *Flora Danica* (*Lactococcus lactis* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis*, ароматоутворювальні культури *Lactococcus lactis* підвид *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* підвид *cremoris* - *FD*) і *Lactobacterium acidophilum* штам *La-5* (*La-5*). Було виготовлено чотири групи кисловершкового масла: I група у зимовий період (зразки *K31*, *K32*, *K33* при використанні *FD*; *FD+La-5*; *La-5*) - сквашування вершків при температурі 30 °С; II (зразки *K34*, *K35*, *K36* при використанні *FD*; *FD+La-5*; *La-5*) - сквашування вершків при температурі 37 °С; III (зразки *K37*, *K38*, *K39* при використанні *FD*; *FD+La-5*; *La-5*) – поєднання фізичного визрівання та біологічного сквашування; IV група (*K310*, *K311*, *K312* при використанні *FD*; *FD+La-5*; *La-5*) - внесення заквашувальних композицій в масляне зерно. Аналогічно було сформовано групи у літній період (Л). Контролем слугувало солодковершкове масло (СЗ, СЛ). Жирнокислотний склад досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі *Hewlett Packard HP - 6890*.

Встановлено, що за вмістом біологічно цінних жирних кислот масло, виготовлене в літній період має переваги над маслом, виготовленим в зимовий період. Сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла впливає на ізомерний склад жирних кислот, що проявляється у зростанні вмісту біологічно активних транс-11 ізомерів. Найвищим вмістом транс-11 *C18:1* і цис-9, транс-11 *C18:2* відзначалося кисловершкове масло, при виробництві якого використовували спільне культивування *Flora Danica* та *Lactobacterium acidophilum* штам *La-5* і температуру сквашування +30 °С, яку вважаємо компромісною для температурних оптимумів двох культур.

Ключові слова: кисловершкове масло, солодковершкове масло, жирні кислоти, кон'югована лінолева кислота, *Flora Danica*, *Lbm. acidophilum* штам *La-5*.

УДК 637.23:577.115 « 321/322»

Мусій Л.Я., асистент, **Цісарик О.Й.**, д. с.-х. н., професор
Львівський національний університет ветеринарної медицини
і біотехнологій імені С.З. Гжицького, г. Львів, Україна

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЛИПИДОВ КИСЛОСЛИВОЧНОГО МАСЛА, ИЗГОТОВЛЕННОГО В ЛЕТНИЙ И ЗИМНИЙ ПЕРИОДЫ

Целью исследований было сравнить жирнокислотный состав липидов кисломолочного масла, изготовленного в летний и зимний периоды. Для

сбражування сливочного масла використовували заквасочні композиції DVS (Chr. Hansen, Данія) *Flora Danica* (*Lactococcus lactis* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis*, ароматообразовательні культури *Lactococcus lactis* підвид *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* підвид *cremoris* - FD) і *Lactobacterium acidophilum* штамм La-5 (La-5). Було виготовлено чотири групи кисломолочного масла: I група в зимній період (образці K31, K32, K33 при використанні FD; FD + La-5; La-5) – сбражування сливочного масла при температурі 30 °С; II (образці K34, K35, K36 при використанні FD; FD + La-5; La-5) – сбражування сливочного масла при температурі 37 °С; III (образці K37, K38, K39 при використанні FD; FD + La-5; La-5) – поєднання фізичного дозрівання і біологічного сбражування; IV група (K310, K311, K312 при використанні FD; FD + La-5; La-5) – внесення заквасочних композицій в масляне зерно. Аналогічно було сформовані групи в літній період (Л). Контролем служило солодкомолочне масло (СЗ, СЛ). Жирнокислотний склад досліджували методом газожидкостної хроматографії на газовій хроматографі Hewlett Packard HP - 6890.

Установлено, що за вмістом біологічно цінних жирних кислот масло, виготовлене в літній період, має перевагу над маслом, виготовленим в зимній період. Сбражування сливочного масла при виробництві кисломолочного масла, впливає на ізомерний склад жирних кислот, що проявляється в збільшенні вмісту біологічно активних транс-11 ізомерів. Найвищим вмістом транс-11 C18:1 і цис-9, транс-11 C18:2 відзначалося кисломолочне масло, при виробництві якого використовували спільне культивування *Flora Danica* і *Lactobacterium acidophilum* штамм La-5 і температуру сбражування +30 °С, яку вважаємо компромісною для температурних оптимумів двох культур.

Ключові слова: кисломолочне масло, сливочне масло, жирні кислоти, кон'югирована лінолева кислота, *Flora Danica*, *Lbm. acidophilum* штамм La-5.

UDC 637.23:577.115 « 321/322»

Musiy L., Tsisaryk O.

*Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
named after S.Z. Gzhyskyj, Lviv, Ukraine*

BIOCHEMICAL FEATURES OF FATTY ACID COMPOSITION OF LIPIDS IN CULTURED BUTTER, PRODUCED IN SUMMER AND WINTER

The aim of study was to compare the fatty acid composition of lipids fermented butter produced in the summer and winter periods. Starter compositions DVS (Chr. Hansen, Denmark) Flora Danica (FD) and Lbm. acidophilum La-5 (La-5) were used for cream fermented. Four groups cultured butter were produced: Group I (samples KW1, KW2, KW3 using FD; FD+La-5; La-5) – fermentation at 30°C; Group II (KW4, KW5, KW6 using FD; FD+La-5; La-5) – fermentation at 37°C; Group III (KW7, KW8, KW9 using FD; FD+La-5; La-5) → physical maturation end biological maturation; Group IV (KW10, KW11, KW12 using FD; FD+La-5; La-5) – introduction starter compositions in butter seed. Similarly, the group was formed in the summer (S). Sweet butter (CW, CS) was a Control. Gas chromatograph Hewlett Packard HP – 6890 was used for investigation of fatty acid composition.

Found that the content of biologically valuable fatty acid butter produced in the summer has advantages compared with butter produced in the winter. Fermentation in the production of cultured butter affects the isomer composition of fatty acids, which is manifested in increasing content of trans-11 isomer. The highest content of trans-11 C18:1 and cis-9, trans-11 C18:2 was observed in the cultured butter, production by using of common Flora Danica and Lactobacterium acidophilum strain La-5 and fermentation temperature 30 °C, which is a compromise for the temperature optima of the two cultures.

Key words: cultured butter, butter, fatty acids, conjugated linoleic acid, Flora Danica, Lbm. acidophilum La-5.

Вступ. Молочний жир є найбільш цінним за своїми харчовими і біологічними властивостями. Він бере участь у створенні смако-ароматичного букету, істотно впливає на формування консистенції і реологічних властивостей молочних продуктів. Молочний жир жуйних є унікальною композицією порівняно з жиром інших тварин, завдяки великій різноманітності жирних кислот, що входять до нього. Така різноманітність обумовлена ефектом біогідрогенування ненасичених жирних кислот корму в рубці і синтезом жирних кислот *de novo* в тканині молочної залози [1].

Вершкове масло є продуктом з високою концентрацією молочного жиру, жирнокислотний склад якого безпосередньо впливає не тільки на органолептичні властивості та біологічну цінність масла, але й на поведінку його протягом зберігання, зокрема, інтенсивність процесів ліполізу і окиснення [2, 3, 4].

Фактори, які викликають зміни кількості молочних ліпідів і їхнього жирнокислотного складу, умовно можна поділити на дві групи – внутрішні та зовнішні. Перша група чинників включає генетичні фактори, стадію лактації, рубцеву ферментацію, стан здоров'я, в першу чергу, інфекції молочної залози та інші. До другої групи чинників відноситься склад та структура основного раціону (кількість і склад кормового жиру, відношення концентрати: грубі корми, вміст протеїну, енергетична цінність), тобто період року і регіональні особливості [5].

Одним із стратегічних напрямів сучасної біохімії молочних продуктів є вивчення можливостей підвищення вмісту жирних кислот, які мають властивості нутріцевтиків, та зниження вмісту тих жирних кислот, які можуть негативно впливати на здоров'я людини [6].

Останнім часом велика увага приділяється пошуку шляхів підвищення біологічної цінності молочного жиру. Поштовхом до цього слугувало відкриття унікальних біологічних властивостей деяких мінорних жирних кислот, насамперед, цис-9, транс-11 кон'югованої лінолевої кислоти. Встановлено, що вона проявляє антиканцерогенну [6,7], а також антиатерогенну [8], антидіабетичну [9] і антиалергенну [10] дію. Фундаментальні відкриття останнього десятиріччя щодо ролі жирних кислот у регуляції експресії генів [11] загострили увагу на композиції жирних кислот молочного жиру.

Оскільки цис-9, транс-11 С18:2 синтезується мікроорганізмами, нами було зроблено припущення про можливий її синтез молочнокислою мікрофлорою заквашувальних композицій при виробництві кисловершкового масла, про що знайшли підтвердження в літературі [12, 13, 14].

Нашими попередніми дослідженнями було встановлено, що при виробництві кисловершкового масла в осінньо-зимовий період сквашування вершків вказаними мікробіальними культурами викликає зміну жирнокислотної композиції. Оскільки вміст жирних кислот в ліпідах молока зазнає значних змін залежно від годівлі і відповідно сезону року, метою роботи було порівняти склад жирних кислот ліпідів кисловершкового масла, виготовленого в зимовий та літній періоди та дослідити можливість впливу на нього складу мікрофлори заквашувальної композиції та технології.

Матеріал і методи. Молочну сировину (вершки) для виробництва масла заготовляли в лютому та серпні. Вершки з масовою часткою жиру 32 та 33 %, пастеризували при температурі 95 °С без витримування.

Для заквашування вершків використовували два бактеріальні препарати для безпосереднього внесення фірми Chr. Hansen: 1) мезофільну ароматичну культуру Flora Danica, до складу якої входить *Lactococcus lactis* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *diacetylactis*; 2) пробіотичну культуру *Lactobacterium acidophilum* штам La-5 (штам, аналогічний тому, що знаходиться в кишечнику людини). Для сквашування вершків використовували рекомендовані виробниками дози заквашувальних препаратів Flora Danica (FD) самостійно; в поєднанні з культурою ацидофільної палички (FD+La-5) і самостійно (La-5).

З урахуванням особливостей культивування заквашувальних композицій при різних температурах і технології виробництва кисловершкового масла нами було виготовлено чотири групи масла для досліджень у зимовий і літній періоди:

I група (зразки К31, К32, К33 та КЛ1, КЛ2, КЛ3 відповідно у зимовий та літній періоди при використанні FD; FD+La-5; La-5 відповідно) – сквашування вершків при температурі 30±1 °С – 4-6 год. (оптимальна температура росту для мезофільних мікроорганізмів і активного накопичення діацетилу) і фізичне визрівання при температурі +7±1 °С – 8 год. у зимовий період та при температурі +4±1 °С – 5-6 год. у літній період;

II група (зразки К34, К35, К36 та КЛ4, КЛ5, КЛ6 відповідно у зимовий та літній періоди при використанні FD; FD+La-5; La-5 відповідно) – сквашування вершків при температурі 37±1 °С – 5-6 год. (оптимальна температура росту для *Lbm. acidophilum* La-5) і фізичне визрівання при температурі +7±1 °С – 8 год. у зимовий період та при температурі +4±1 °С – 5-6 год. у літній період;

III група (зразки К37, К38, К39 при використанні FD; FD+La-5; La5 відповідно) – фізичне визрівання +8± °С (2 год.) → біологічне визрівання 20 °С (8 год.) → 12 °С (10 год.) – зимовий ступеневий режим виробництва кисловершкового масла, аналогічний альнарпському;

(зразки КЛ7, КЛ8, КЛ9 зразки при використанні FD; FD+La-5; La5 відповідно) – сквашування вершків при температурі 20 ± 1 °C (6 год.) – фізичне визрівання 5 ± 1 °C (4 год.) → 16 ± 1 °C (10-14 год.) – літній ступеневий режим аналогічний данському;

IV група (зразки К310, К311, К312 та КЛ10, КЛ11, КЛ12 відповідно у зимовий та літній періоди при використанні FD; FD+La-5; La-5 відповідно) – внесення заквашувальних композицій в масляне зерно;

СЗ і СЛ – солодковершкове масло, виготовлене відповідно у зимовий та літній періоди (контроль).

Масло виготовляли способом збивання вершків з триразовим повторенням. Зразки для аналізу відбирали в полістироловій ємності місткістю 200 мл і зберігали в холодильнику при мінусових температурах.

Жирнокислотний склад ліпідів масла досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP - 6890 із застосуванням капілярної колонки HP-88 (88 % - cyanopropyl aryl - polysiloxane, Agilent Technologies) довжиною 100 м, з внутрішнім діаметром 0,25 мм і товщиною нерухомій фази 0,2 мкм за таких умов: швидкість потоку газу-носія - 1,2 мл/хв., коефіцієнт поділу потоку - 1:100, температура випарника – 280 °C, температура детектора (ПД) – 290 °C, температурний режим колонки - поступовий нагрів від 60 °C до 230 °C.

Результати дослідження. Серед жирних кислот молочного жиру є унікальні кислоти, наявні лише в молоці жуйних, зокрема, масляна кислота, розгалужені жирні кислоти, цис-9, транс-11 КЛК та її попередник вакценова кислота. Сквашування вершків заквашувальними композиціями безпосереднього внесення DVS при виробництві кисловершкового масла у зимовий та літній періоди вплинуло на склад біологічно важливих жирних кислот молочного жиру, про що свідчать дані, наведені в таблицях 1 та 2. Масляна кислота є домінуючою серед коротколанцюгових жирних кислот молочних ліпідів жуйних. Результати наших досліджень показують, що вміст масляної кислоти у зразках кисловершкового масла був менший ($p < 0,05$ - $p < 0,001$) ніж в солодковершковому маслі як в зимовий період так і в літній, за винятком К39-К311. Характерними компонентами молочного жиру є жирні кислоти з розгалуженим вуглецевим ланцюгом (ізо-С14:0, ізо-С15:0, ізо-С17:0, антеізо-С17:0). Встановлено, що 13-метил-тетрадеканова кислота (ізо-С15:0) індукує апоптоз ракових клітин молочної залози у людини [15]. Розгалужені кислоти синтезуються мікроорганізмами, наше припущення щодо можливого їх синтезу мікрофлорою заквашувальних культур не справдилось, оскільки суттєвих міжгрупових відмінностей в межах періодів не встановлено. Однак, зразках масла, виготовлених у літній період вміст цієї кислоти був вищим, що засвідчує про більший їх перехід із крові і відповідно активніший синтез у рубці. Серед ненасичених жирних кислот домінує олеїнова кислота, щодо якої за періодами року не встановлено істотних відмінностей, однак зареєстровано тенденцію до підвищеного вмісту лінолевої кислоти та істотне зростання вмісту ліноленової кислоти у літній період. Щодо між групових відмінностей, то варто

зазначити тенденцію до підвищення вмісту лінолевої і ліноленової кислоти у першій групі кисловершкового масла як у літній, так і зимовий періоди.

Наявна в молочному жирі цис-9, транс-11 C18:2 утворюється в основному шляхом синтезу в тканинах молочної залози в результаті десатурування транс-11 C18:1 вакценової кислоти, що є основним попередником транс-ізомерів у складі молочного жиру, і це визначає позиційне розташування подвійного зв'язку та дозволяє пояснити значні відмінності в дії різних позиційних транс-ізомерів C18:2 в організмі людини, насамперед, транс-9 (негативний) і транс-11 (позитивний). Тому інтерес представляє вміст транс-11 C18:1, він у всіх зразках кисловершкового масла виявляє тенденцію до зростання порівняно зі солодковершковим, причому в КЗ1-КЗ3 та КЛ2 статистично ймовірно, досягаючи максимуму в КЗ2 (5,41 %).

Збільшення вмісту ненасичених жирних кислот в ліпідах кисловершкового масла, виготовленого в зимовий і літній періоди відбулося за рахунок як мононенасичених (особливо олеїнової), так і поліненасичених, зокрема лінолевої і ліноленової жирних кислот. Аналіз вмісту основних груп жирних кислот показує (табл. 3 та 4), що співвідношення ненасичених і насичених жирних кислот у зразках масла, виготовленого в зимовий період становить 0,63-0,64, а у літній період 0,61-0,63.

Коротколанцюгові жирні кислоти (C4-C10) синтезуються в цитоплазмі секреторних клітин поглинанням з крові ацетату, який утворюється в рубці в результаті ферментації вуглеводів і β -гідрооксібутирату, який утворюється в стінці рубця з бутирату. Можна відзначити тенденцію до негативної кореляції суми коротколанцюгових жирних кислот у зразках кисловершкового масла, виготовлених як в зимовий так і в літній періоди (рис. 3 і 4).

n-3, а також n-6 (поліненасичені жирні) кислоти є незамінними, оскільки не синтезуються "de novo". З продуктами харчування в наш організм попадає три основних n-3 жирні кислоти: α -ліноленова (C18:3 (n-3)), ейкозапентаєнова (C20:5 (n-3)) і докозагексаєнова (C22:6 (n-3)). Домінуючою n-6-поліненасиченою жирною кислотою в ліпідах молочного жиру є лінолева кислота, яка необхідна для росту, розмноження і здорового розвитку, тому повинна надходити з їжею. Вміст цієї кислоти у всіх зразках кисловершкового масла виявляє тенденцію до зростання порівняно зі солодковершковим, причому в КЗ1 статистично ймовірно ($p < 0,05$).

Частка n-3 ліноленової кислоти була більшою в КЛ1, що відобразилося дещо вищим співвідношенням між кислотами n-3 і n-6 ряду і складало 1,03. Можна припустити, що ліноленова кислота піддається ізомеризації, про що свідчить більший вміст 11-транс ізомерів в зразках кисловершкового масла.

Таблиця 1

Вміст біологічно важливих жирних кислот ліпідів масла, виготовленого в зимовий період,
% загальної кількості жирних кислот (M±m, n=3)

Код і назва кислоти	С3	К31	К32	К33	К34	К35	К36	К37	К38	К39	К310	К311	К312
С4:0 (масляна)	3,11± 0,09	2,66± 0,04***	2,73± 0,07**	2,91± 0,04	2,85± 0,1*	2,9± 0,14	3,06± 0,16	3,07± 0,11	2,71± 0,21**	3,23± 0,34	3,37± 0,25	3,41± 0,29	3,04± 0,23
ізо-С15:0 (13-метилтетрадек.)	0,34± 0,003	0,33± 0,003	0,34± 0,006	0,34± 0,02	0,34± 0,03	0,35± 0,06	0,33± 0,04	0,33± 0,02	0,33± 0,03	0,34± 0,05	0,33± 0,03	0,33± 0,02	0,34± 0,02
шис-9 С18:1 (олеїнова)	22,48± 1,07	22,33± 1,18	22,33± 1,31	22,21± 1,66	22,31± 0,9	22,32± 0,95	22,32± 1,39	22,31± 1,56	22,73± 1,87*	22,39± 0,85	22,4± 1,24	22,45± 1,1	22,51± 1,13
транс-11 С18:1 (транс-ваклен.)	5,19± 0,09	5,34±0,07 **	5,41± 0,04***	5,35± 0,03**	5,3± 0,17	5,29± 0,33	5,33± 0,21*	5,33± 0,19	5,28± 0,35	5,22± 0,29	5,22± 0,25	5,23± 0,16	5,2± 0,19
шис-9, шис-12 С18:2 (лінолева)	1,31± 0,08	1,35± 0,01*	1,34± 0,03	1,34± 0,006	1,34± 0,09	1,36± 0,09*	1,31± 0,09	1,33± 0,06	1,35± 0,09	1,33± 0,17	1,32± 0,04	1,32± 0,07	1,33± 0,09
шис-9, транс-11 С18:2 (КЛК)	2,02± 0,003	2,02± 0,006	2,08± 0,009*	2,03± 0,006	2,02± 0,08	2,05± 0,03	2,05± 0,03	2,04± 0,04	2,05± 0,06	2,01± 0,11	2,01± 0,06	2,01± 0,06	2,03± 0,09
шис-9, шис-12, шис-15 С18:3 (ліноленова)	0,64± 0,07	0,63± 0,02	0,64± 0,02	0,62± 0,04	0,64± 0,09	0,62± 0,12	0,61± 0,05	0,63± 0,05	0,61± 0,08	0,62± 0,05	0,63± 0,06	0,62± 0,08	0,64± 0,04

Таблиця 2

Вміст біологічно важливих жирних кислот ліпідів масла, виготовленого в літній період,
% загальної кількості жирних кислот (M±m, n=3)

Код кислоти	С1	К11	К12	К13	К14	К15	К16	К17	К18	К19	К10	К11	К12
С4:0 (масляна)	3,28± 0,16	2,81± 0,13**	2,88± 0,15*	3,14± 0,08	3,18± 0,12	2,9± 0,14*	3,12± 0,18	2,86± 0,11*	3,16± 0,14	3,15± 0,15	3,09±0,1	3,24± 0,09	2,89± 0,09
ізо-С15:0 (13-метилтетрадек.)	0,42± 0,03	0,41± 0,03	0,42± 0,02	0,42± 0,03	0,42± 0,03	0,43± 0,03	0,41± 0,03	0,42± 0,04	0,42± 0,03	0,42± 0,02	0,42± 0,03	0,42± 0,02	0,43± 0,03
шис-9 С18:1 (олеїнова)	20,35± 0,89	21,25± 1,12	20,72± 1,03	20,81± 0,9	20,39± 0,97	20,61± 1,25	20,5± 1,3	20,91± 0,78	20,49± 0,53	20,7± 1,0	20,78± 1,35	20,34± 1,18	20,8± 0,99
транс-11 С18:1 (транс-ваклен.)	4,19± 0,14	4,22± 0,13	4,25± 0,14*	4,21± 0,11	4,22± 0,09	4,22± 0,15	4,2± 0,19	4,23± 0,18	4,15± 0,15	4,18± 0,23	4,2±0,17	4,17± 0,09	4,19± 0,07
шис-9, шис-12 С18:2 (лінолева)	1,36± 0,10	1,39± 0,07	1,37± 0,09	1,36± 0,08	1,35± 0,08	1,38± 0,07	1,38± 0,11	1,38± 0,11	1,39± 0,12	1,38± 0,09	1,38± 0,11	1,37± 0,08	1,39± 0,1
шис-9, транс-11 С18:2 (КЛК)	2,13± 0,08	2,14± 0,1	2,19± 0,07*	2,14± 0,09	2,14± 0,09	2,13± 0,09	2,11± 0,11	2,15± 0,1	2,12± 0,11	2,14± 0,1	2,15± 0,08	2,12± 0,07	2,13± 0,09
шис-9, шис-12, шис-15 С18:3 (ліноленова)	1,11± 0,07	1,14± 0,08	1,14± 0,06	1,12± 0,07	1,11± 0,07	1,11± 0,06	1,11± 0,09	1,11± 0,08	1,11± 0,09	1,12± 0,09	1,12± 0,07	1,11± 0,08	1,11± 0,06

Таблиця 3

Характеристика складу жирних кислот ліпідів масла, виготовленого в зимовий період,

% загальної кількості жирних кислот (M±m, n=3)

Показник	S3	K31	K32	K33	K34	K35	K36	K37	K38	K39	K310	K311	K312
Сума насичених	61,4±0,25	61,0±0,04**	61,2±0,13*	61,3±0,03	61,4±0,75	61,3±0,77	61,2±0,44*	61,2±0,08**	60,8±0,36***	61,1±0,49*	61,44±0,31	61,4±0,52	61,4±0,45
Сума ненасичен	38,6±0,16	39,0±0,07*	38,8±0,14*	38,7±0,02	38,5±0,58	38,7±1,53	38,8±0,031	39,1±0,39**	39,2±1,05**	38,9±0,20	38,34±0,59	38,6±0,29	38,6±0,41
Ненас.Насич	0,63	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63
Сума С4-С10	7,74±0,04	7,09±0,01***	7,24±0,009***	7,33±0,08	7,42±0,12*	7,54±0,01	7,58±0,009	7,61±0,17	6,91±0,09***	7,82±0,009	8,06±0,15	7,99±0,003	7,67±0,04
Сума С12-С16	37,3±0,03	37,49±0,04	37,7±0,13	37,4±0,05	37,7±0,17	37,6±0,51	37,2±0,13	37,0±0,57	37,4±0,38	37,0±0,41	37,1±0,84	37,0±0,86	37,5±0,13
Сума С18	48,8±0,10	49,3±0,12**	49,0±0,16*	49,0±0,04*	48,7±0,69	48,8±0,72	49,0±0,16	49,3±0,19**	49,3±0,3***	49,1±0,67*	48,7±0,19	48,9±0,11	48,8±0,65
Сума > 18	1,0±0,02	0,99±0,03	0,99±0,03	1,0±0,02	0,99±0,05	1,0±0,09	1,0±0,06	1,0±0,06	1,04±0,04	1,0±0,006	0,99±0,08	0,99±0,08	1,04±0,07
Сума n-6	1,4±0,08	1,43±0,01	1,41±0,04	1,4±0,003	1,41±0,09	1,4±0,07	1,4±0,09	1,4±0,07	1,42±0,09	1,4±0,16	1,39±0,05	1,39±0,07	1,41±0,09
Сума n-3	0,9±0,09	0,91±0,012	0,91±0,01	0,9±0,05	0,91±0,11	0,9±0,11	0,9±0,02	0,9±0,09	0,89±0,08	0,9±0,08	0,92±0,08	0,92±0,11	0,93±0,05
n-3/n-6	0,64	0,64	0,65	0,64	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,64	0,66	0,66	0,66
Сума ненарних	2,27±0,27	2,29±0,03	2,28±0,014	2,21±0,07	2,26±0,18	2,24±0,07	2,25±0,02	2,28±0,23	2,27±0,06	2,26±0,31	2,25±0,26	2,24±0,05	2,27±0,21
Сума розгалужен.	1,66±0,08	1,63±0,04	1,64±0,03	1,65±0,03	1,68±0,19	1,65±0,27	1,63±0,18	1,62±0,04	1,66±0,19	1,63±0,12	1,63±0,07	1,61±0,06	1,62±0,13
Сума К.ЛК	0,003	0,003	0,02*	0,006	0,09	0,04	0,04	0,03	0,06	0,003	0,06	0,06	0,09
Транс-9	1,22±0,03	1,16±0,04	1,02±0,09*	1,22±0,03	1,21±0,06	1,16±0,08	1,15±0,04	1,23±0,09	1,2±0,02	1,26±0,006	1,16±0,12	1,18±0,01	1,2±0,13
Транс-11	7,56±0,06	7,73±0,04*	7,92±0,15**	7,77±0,01*	7,56±0,08	7,73±0,12*	7,73±0,09*	7,75±0,05*	7,77±0,04*	7,61±0,15	7,6±0,04	7,61±0,03	7,59±0,04

Таблиця 4

Характеристика складу жирних кислот ліпідів масла, виготовленого в літній період,
% загальної кількості жирних кислот (M±m, n=3)

Показник	С1	СП	СЛ2	СЛ3	СЛ4	СЛ5	СЛ6	СЛ7	СЛ8	СЛ9	СЛ10	СЛ11	СЛ12
Сума насичених	62,08±0,32	61,21±0,31***	61,84±0,4*	61,86±0,19	61,87±0,39	61,71±0,21*	61,83±0,07	61,55±0,02**	61,8±0,21	61,76±0,03	61,7±0,48*	61,97±0,07	61,71±0,23
Сума ненасичен	37,91±0,41	38,77±0,18***	38,15±0,55*	38,15±0,4*	38,11±0,51	38,29±0,89*	38,16±0,24	38,46±0,28*	38,19±0,17	38,26±0,09*	38,31±0,58*	38,03±0,21	38,29±0,02*
Ненас./Насич	0,61	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,62
Сума С4-С10	8,3±0,1	7,28±0,06***	7,61±0,01**	7,96±0,09	7,91±0,1	7,52±0,13**	7,85±0,18	7,34±0,12**	8,06±0,05	7,99±0,04	7,78±0,06*	8,11±0,003	7,66±0,16*
Сума С12-С16	40,6±0,01	40,49±0,7	40,84±0,71	40,66±0,41	40,65±0,07	40,81±0,54	40,69±0,61	40,83±0,24	40,65±0,18	40,64±0,47	40,65±0,32	40,63±0,54	40,84±0,73
Сума С18	43,69±0,45	44,76±0,08***	44,27±0,42**	43,96±0,59	44,07±0,59*	44,18±1,1*	44,01±0,59	44,32±0,38**	43,83±0,09	43,94±0,22	44,17±0,01	43,8±0,29	44,0±0,05
Сума > 18	1,17±0,07	1,2±0,07	1,17±0,009	1,16±0,02	1,2±0,09	1,26±0,04	1,16±0,04	1,19±0,09	1,13±0,1	1,17±0,09	1,15±0,06	1,2±0,05	1,15±0,09
Сума n-6	1,42±0,11	1,46±0,07	1,42±0,08	1,43±0,08	1,42±0,08	1,46±0,07	1,45±0,11	1,45±0,12	1,45±0,12	1,44±0,09	1,44±0,11	1,43±0,08	1,45±0,1
Сума n-3	1,43±0,1	1,5±0,12	1,45±0,04	1,45±0,06	1,44±0,1	1,46±0,06	1,44±0,07	1,44±0,11	1,45±0,13	1,47±0,13	1,46±0,06	1,45±0,04	1,46±0,1
n-3/n-6	1,01	1,03	1,02	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,02	1,01	1,01	1,01
Сума ненарних	2,46±0,16	2,4±0,19	2,5±0,18	2,47±0,14	2,48±0,13	2,5±0,02	2,48±0,05	2,51±0,007	2,46±0,02	2,48±0,07	2,5±0,16	2,49±0,16	2,49±0,12
розрахунок	1,82±0,02	1,8±0,08	1,83±0,15	1,84±0,06	1,78±0,07	1,82±0,08	1,81±0,17	1,84±0,09	1,84±0,09	1,82±0,06	1,83±0,1	1,82±0,12	1,84±0,12
Сума КЛК	2,29±0,09	2,31±0,11	2,36±0,08	2,3±0,08	2,3±0,09	2,29±0,09	2,27±0,1	2,31±0,12	2,29±0,13	2,3±0,12	2,3±0,1	2,28±0,09	2,29±0,11
Транс-9	0,69±0,03	0,76±0,04	0,72±0,02	0,74±0,06	0,74±0,03	0,7±0,05	0,71±0,04	0,71±0,07	0,71±0,04	0,71±0,04	0,72±0,02	0,71±0,03	0,74±0,03
Транс-11	6,4±0,06	6,44±0,01	6,51±0,09*	6,43±0,12	6,44±0,21	6,43±0,1	6,39±0,14	6,46±0,05	6,35±0,11	6,4±0,06	6,43±0,18	6,37±0,03	6,39±0,04

Найбільш лабільними виявилися кон'юговані ізомери лінолевої кислоти (КЛК). У зразках масла, виготовлених у зимовий період, сума всіх кон'югованих ізомерів була, вірогідно найвищою в КЗ2, в решта зразках вона була приблизно на такому самому рівні, як і в СЗ, за винятком КЗ5, КЗ6 і КЗ8. Цікаві і важливі дані отримані щодо суми транс-9 і транс-11 ізомерів, з яких випливає, що в зразках КЗ2 вміст транс-9 ізомерів найнижчий, а транс-11 ізомерів найвищий ($p < 0,01$). У зразках масла, виготовлених у літній період, сума всіх кон'югованих ізомерів була найвищою в КЛ2, в решта зразках вона була приблизно на такому самому рівні, як і в СЛ. Сума транс-9 ізомерів була вірогідно найнижча в КЛ2 ($p < 0,05$), а сума транс-11 ізомерів найвища (6,51 %). Ці результати дозволяють припустити, що при спільному культивуванні молочнокислих бактерій *Flora Danica* і *Lbm. acidophilum La-5* при температурі 30 °С при виробництві кисловершкового масла як в зимовий так і в літній період вказані ізомери синтезуються молочнокислими бактеріями.

Найнезначніші зміни щодо вмісту окремих жирних кислот, порівняно зі солодковершковим маслом як в зимовий так і в літній періоди зареєстровані для зразків 4-ої групи кисловершкового масла, де заквашувальні препарати вносили в масляне зерно.

Висновки.

1. За вмістом біологічно цінних жирних кислот масло, виготовлене в літній період має переваги над маслом, виготовленого в зимовий період.
2. Сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла, впливає на ізомерний склад жирних кислот, що проявляється у зростанні вмісту біологічно активних транс-11 ізомерів.
3. Найвищим вмістом транс-11 С18:1 і цис-9, транс -11 С18:2 відзначалося кисловершкове масло, при виробництві якого використовували спільне культивування *Flora Danica* та *Lactobacterium acidophilum* штаму *La-5* і температуру сквашування +30 °С, яку вважаємо компромісною для температурних оптимумів двох культур.

Література

1. Palmquist D. L. Milk fat: Origin of fatty acids and influence of nutritional factors thereon / D. L. Palmquist // In *Advanced of Dairy Chemistry*, Volume 2. — New York: Springer. — 2006. — P. 43–91.
2. MacGibbon A. K. H. Composition and structure of bovine milk lipids / A. K. H. MacGibbon, M. Taylor // W. In *Advanced Dairy Chemistry Vol. 2*. — New York: Springer. — 2006. — P. 1–42.
3. Болгова Н. В. Мас-спектрометричне вивчення тригліцеридної фракції ліпідів молочного жиру корів різних порід / Н. В. Болгова, В. Д. Чіванов // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Вип. 9 (13). — Суми, 2007. — С. 10–12.
4. Ulbricht T. L. V. Coronary heart disease: Seven dietary factors / T. L. V. Ulbricht, D. A. T. Southgate // *Lancet*. — 1991. — 338. — P. 985–992.
5. Jensen R. G. Invited review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000 // *J. Dairy Sci.* — 2002. — 85. — P. 295–350.

6. Schonberg S. The inhibitory effect of conjugated dienoic derivates (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation / S. Schonberg, H. E. Krokan // *Anticancer Res.* — 1995. — 15. — P. 1241–1246.
7. Lavillonniere F. Conjugated linoleic acid (CLA) and the risk of breast cancer F. Lavillonniere, P. Bounoux / In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* // Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P. 277–282.
8. Kritchevsky D. Conjugated linoleic acid isomer effects in atherosclerosis: Growth and regression of lesions / D. Kritchevsky [et al.] // *Lipids.* — 2004. — 39. — P. 611–616.
9. Houseknecht K. L. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in Zucker diabetic fatty rat / K. L. Houseknecht [et al.] // *Biochim. Biophys. Acta.* — 1998. — 244. — P. 678–682.
10. Sugano S. Effect of conjugated linoleic acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and immune function / S. Sugano [et al.] // In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P.327–338.
11. Гула Н. І. Жирні кислоти та їх похідні при патологічних станах / Н. І. Гула, В. М. Маргітч. — К. : Наукова думка, 2009. — 336 с.
12. Domagala J. The content of conjugated linoleic acid (CLA) in cream fermented using different starter cultures / J. Domagala, M. Sady, D. Najgebauer-Lejko, M. Czernicka, I. Wieteska // *Biotechnology in Animal Husbandry.* — 2009. — 25 (5-6). — P. 745–751.
13. Jiang J. Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures / J. Jiang, L. Bjorck, R. Fonden // *Journal of Applied Microbiology.* — 1998. — 85. — P. 95–102.
14. Sieber R. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products—a review / R. Sieber, M. Collomb, A. Aeschlimann, P. Jelen, H. Eyer // *International Dairy Journal.* — 2004. — Volume 14, Issue 1. — P. 1-15.
15. Yang Z., Liu S., Chen X., Huang M., Zheng J. Induction of apoptotic cell death and in vivo growth inhibition of human cancer cells by a saturated branched-chain fatty acid, 13-methyltetradecanoic acid // *Cancer Res.* — 2000. — 60. — P. 505–509.

Рецензент □ к.б.н., професор університету Гачак Ю.Р.